



Secours de population après une inondation – population assistance after flooding.

Auteurs/Authors:

Claire FLEURY, Stratégis, claire.fleury@strategis.fr
Gérard VILLION, IIBRBS Inter-Département Institute for Dams-Reservoirs of the Seine Basin
gerard.villion@iibrbs.fr

Maîtrise d'ouvrage et financement/Contracting authority and Funding:

MEDD, région Ile de France, Agence de l'eau Seine-Normandie, French Ministry for the Environment and Sustainable Development (MEDD), Ile de France Region, Agence de l'eau Seine-Normandie (Seine-Normandy Water Agency)

Maître d'œuvre/Project Manager:

Stratégis, IIBRBS

Utilisateurs/Users:

DIREN/IDF, DRE/IDF, DIREN/IDF (Ile-de-France Regional Directorate for the Environment), DRE/IDF (Ile-de-France Regional Directorate for Infrastructure)

ALPHEE: A tool for assisting decision-making in combating flooding – France

As part of the research programme launched in 1990 for estimating the impact and the cost-effectiveness of the projects for managing the Seine, a survey to assess damage related to flooding in the Ile-de-France Region has led to the development of a computer-aided decision-making tool for decisions in combating flooding in the region as a whole. This tool makes it possible to define a management scenario, to simulate it hydraulically, to calculate the related damage and to analysis the impacts of such damage. Built around a geographic information system (GIS), it enables the simulation results be used cartographically from the municipality scale to the regional scale.

The main objective of ALPHEE is to estimate the economic impact of existing or future constructions for combating flooding, at the scale of the Ile-de-France Region.

To this end, the tool offers a set of features making it possible:

- to define a hydrology, possibly influenced by the reservoir lakes;
- to choose a certain number of constructions for the minor bed and the major field;

ALPHEE : outil d'aide à la décision en matière de lutte contre les inondations – France

Dans le cadre du programme d'étude lancé en 1990 sur l'estimation de l'impact et la rentabilité des projets d'aménagement de la Seine une étude d'évaluation des dommages liés aux crues en région Ile-de-France a conduit à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision en matière de lutte contre les inondations sur l'ensemble de la région. Cet outil permet de définir un scénario d'aménagement, de le simuler hydrauliquement, de calculer les dommages afférents et d'en analyser les impacts. Construit autour d'un système d'information géographique (SIG), il permet une exploitation cartographique des résultats de simulation de l'échelle communale à l'échelle régionale.

L'objectif principal d'ALPHEE est d'estimer l'incidence économique des ouvrages de lutte contre les inondations existants ou futurs, à l'échelle de la région Ile-de-France.

A cet effet, l'outil intègre l'ensemble des fonctionnalités permettant :

- de définir une hydrologie influencée ou non par les lacs-réservoirs ;
- de choisir un certain nombre d'aménagements du lit mineur et du champ majeur ;

- de simuler leur devenir hydraulique à travers le lit (mineur et majeur) de la Seine, la Marne et l'Oise en Ile-de-France ;
- de calculer les dommages directs et indirects afférents aux inondations ;
- d'analyser les résultats et impacts aux échelles adaptées à la problématique.

CONTRAINTES MÉTHODOLOGIQUES ET INTÉRÊT DU SIG

Deux raisons principales justifient le choix d'élaborer un outil informatique type système d'information géographique (SIG) permettant de définir des objectifs cohérents de protection contre les crues de la région parisienne et les moyens à mettre en oeuvre pour les atteindre : l'ampleur de la zone d'étude considérée et le nombre de scénarios à étudier.

L'ampleur de la zone d'étude et donc de la masse d'informations à prendre en considération a orienté naturellement Stratégis vers la conception d'une base de données géographique recensant l'ensemble des informations à traiter.

La zone d'étude se traduit en effet par un nombre important d'entités géographiques. Les inondations de la Seine, de la Marne et de l'Oise concernent 300 communes, ce qui représente environ :

- 10 000 îlots Insee touchés,
- 30 000 zones d'occupation des sols différentes (en regard du mode d'occupation des sols de l'IAURIF),
- 800 tronçons routiers d'intérêt majeur susceptibles d'être coupés,
- 500 équipements sensibles (publics et privés) qui peuvent paralyser l'économie de la zone (transformateurs EDF, stations d'épuration, stations d'alimentation en eau potable...),
- 2 500 casiers hydrauliques sur environ 500 km de linéaire de rivière à étudier.

Par ailleurs, de nombreuses informations sont associées à ces entités géographiques. Elles sont d'ordre hydrologique-hydraulique (pour les casiers, avec des échanges possibles entre casiers et avec le lit mineur). Elles correspondent aussi à des cotes d'alerte (utilisées pour décider de stopper le fonctionnement de certains réseaux) ou encore à des nombres d'abonnés (pour le cas des équipements).

Le système de gestion de base de données choisi est capable d'accepter de nombreuses bases volumineuses et de proposer un modèle suffisamment évolué pour gérer les interrelations entre toutes ces données hétérogènes (ces informations évolutives peuvent être restituées à différents niveaux géographiques ou administratifs en fonction de la pertinence des paramètres étudiés).

ALPHEE a vocation à estimer la rentabilité des aménagements hydrauliques existants ou projetés sur le bassin de la Seine pour la région Ile-de-France à travers la comparaison de scénarios hydrauliques. Une dizaine de grandes options d'aménagement était possible et une quinzaine de crues était intéressante à prendre en considération, soit plus d'une centaine de simulations hydrauliques à comparer en termes de gain économique vis-à-vis des inondations.

La valorisation des nombreux résultats produits par l'étude passe par une mise en forme adaptée aux différents indicateurs calculés et aux objectifs visés (cartes, tableaux, graphiques de comparaison...).

ALPHEE a été conçu de manière à assurer les fonctions suivantes :

- to simulate their hydraulic future through the beds (minor and major beds) of the Seine, of the Marne, and of the Oise in Ile-de-France;
- to compute the direct and indirect damage related to the flooding;
- to analyse the results and impacts at the scales appropriate for the problems.

METHODOLOGICAL CONSTRAINTS AND ADVANTAGE OF THE GIS

Two main reasons justify the choice of developing a computer tool of the geographic information system (GIS) type making it possible to define consistent objectives for protection against flooding in the Paris Region, and the means to be implemented to achieve those objectives: the extent of the study zone in question and the number of scenarios to be studied.

The extent of the study zone and thus the mass of information to be taken into consideration naturally led Stratégis to design a geographic database identifying all of the information to be processed.

The study zone represents a large number of geographic entities. Flooding of the Seine, of the Marne, and of the Oise concerns 300 municipalities, which represents about:

- 10,000 INSEE (French Statistics Office) blocks affected,
- 30,000 different land use zones (in view of the land use data supplied by IAURIF (Ile-de-France Institute for Planning and Development));
- 800 sections of roads of major importance liable to be cut off;
- 500 important facilities (public and private) that can paralyse the economy of the zone (electricity transformers, sewage farms, drinking water supply plants, ...);
- 2,500 hydraulic land subdivisions or "casiers" over about 500 km of river to be studied.

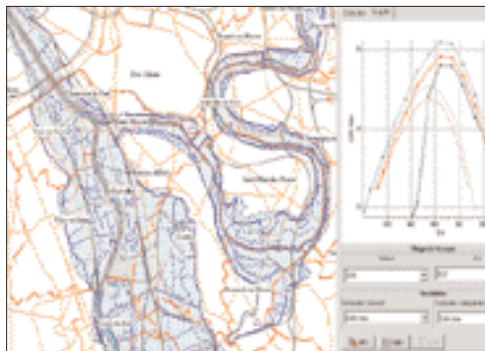
In addition, numerous items of information are associated with these geographic entities. They are of hydrological-hydraulic nature (for the casiers, with possible exchanges between casiers and with the minor bed). They also correspond to "alert" water levels (used to decide to stop operating certain networks) or to subscriber numbers (for facilities).

The chosen database management system is capable of accepting numerous voluminous databases and of proposing a model that is sufficiently sophisticated to manage inter-relations between all of this heterogeneous data (this changeable information can be retrieved at various geographic or administrative levels depending on the pertinence of the parameters studied).

The purpose of ALPHEE is to estimate the cost-effectiveness of the existing or planned hydraulic constructions in the Seine basin for the Ile-de-France Region through comparison of hydraulic scenarios. About ten major construction options were possible and about fifteen floods were interesting to take into consideration, i.e. over a hundred hydraulic simulations to be compared in terms of economic savings made by avoiding flood damage.

Valuation of the numerous results produced by the study involves putting them in a format appropriate to the various indicators computed and to the objectives sought (maps, tables, comparison graphs...).

ALPHEE has been designed in a manner such as to perform the following functions:



Carte 1 : Simulation hydraulique d'un scénario – Hydraulic simulation of a scenario. Source : ALPHEE



Carte 2 : Intégration de données – Incorporation of data. Source : ALPHEE



Carte 3 : Zones inondables cartographiées – Map of flood zones. Source : ALPHEE

Build a hydraulic construction scenario: apply the action of the current reservoir lakes to particular hydrograms, and define the flow characteristics (which corresponds to protection levels, capacities for flow in the minor bed...).

Simulate this scenario hydraulically (map1), through a wire-frame combined hydraulic model along the minor bed and with casiers in the major bed.

Incorporate the stakes data (map2) (housing, economic activities...) into the results of the simulations in a geographic database.

Compute direct and indirect damage on the entire zone in question.

Map the flood zones in simplified manner (map3) (spatialised information on knowledge of the hazard), analyse the cost-effectiveness of the constructions by comparing them with one another, and obtain statistics relative to indicators on the flooding and the damage at various geographic scales (municipality, département, or even region). ALPHEE is based on a database containing a certain number of geographic objects on which damage has been computed. These objects are:

Construire un scénario d'aménagement :

appliquer l'action des lacs-réservoirs actuels sur des hydrogrammes particuliers, définir les caractéristiques de l'écoulement (ce qui correspond à des niveaux de protection, des capacités d'écoulement dans le lit mineur...).

Simuler hydrauliquement ce scénario (carte 1)

à travers un modèle hydraulique mixte filaire le long du lit mineur et à casiers dans le lit majeur.

Intégrer des données d'enjeux (carte 2)

(habitat, activités économiques...) aux résultats des simulations au sein d'une base de données géographiques.

Calculer les dommages directs et indirects

sur l'ensemble de la zone considérée.

Cartographier de manière simplifiée les zones inondables (carte 3)

(informations spatialisées sur la connaissance de l'aléa), analyser la rentabilité des aménagements en les comparant entre eux, obtenir des statistiques par rapport à des indicateurs sur les inondations et les dommages à différentes échelles géographiques (communale, départementale, voire régionale).

ALPHEE repose sur une base de données comprenant un certain nombre d'objets géographiques sur lesquels ont été calculés les dommages. Ces objets sont :

- surfaciques : classes d'occupation des sols, casiers hydrauliques...,
- ponctuels : postes EDF, usines de production d'eau, stations d'épuration ..., correspondant à des équipements sensibles pénalisant l'activité économique ou représentant en tant que tel des dommages potentiels importants,
- linéaires : voies de communication (avec, sur ces voies, des points d'interruption de trafic).

La partie la plus importante du travail a été d'intégrer l'ensemble de ces informations sous forme relationnelle et de trouver des liens entre l'information hydraulique associée au casier et les enjeux socio-économiques associés au contour d'occupation du sol, afin de procéder à une valorisation des dommages. Étant donné qu'il n'existe pas de correspondance exacte entre la définition du casier, des classes d'occupation des sols et celle des îlots Insee, il a été nécessaire de procéder à des analyses statistiques et spatiales (croisement de différentes couches) afin de répartir les enjeux à l'intérieur des casiers.

Les enjeux, confrontés à l'aléa hydraulique du casier dans lequel ils se trouvent, induisent un dommage évalué en croisant les courbes d'endommagement et les tables de référence d'enjeux, spécifiques du type d'occupation du sol (habitat, activités, agriculture, équipement, zones naturelles...).

L'analyse des résultats se fait à travers différents modes de représentation et différents outils mis à disposition de l'utilisateur. L'analyse peut se faire scénario par scénario ou par comparaison de deux scénarios. Trois types d'outils sont proposés :

- un outil tableur présentant les résultats sous forme de tableaux,
- un outil grapheur présentant les résultats sous forme de graphiques (barres et camemberts),
- un outil cartographique présentant les résultats sous forme de cartes en plages colorées ou de symboles.

Autour de la base de données, a été construit un outil convivial et opérationnel (création d'une interface cartographique des résultats) avec une valorisation des résultats à l'échelle du casier,

de la commune et du département. Ainsi il est possible d'avoir la cartographie du nombre de logements inondés/touchés, du nombre de personnes inondées/touchées, du nombre de salariés concernés, la cartographie des surfaces inondées par commune...

L'outil mis en place a été conçu pour répondre à une problématique à l'échelle de la région. Son échelle de travail la mieux adaptée est de l'ordre du 1/25 000. Les objectifs ambitieux ont parfois contraint à simplifier les unités de travail, voire limiter les fonctionnalités de l'outil au profit de sa souplesse d'utilisation, d'une plus grande rapidité d'exécution et le souci d'une meilleure pertinence des résultats.

Cet outil est l'aboutissement d'un travail très important de 1992 à 1998 en matière de recueil de données et d'investigations

■ Témoignage signé Frédéric Raout

Frédéric RAOUT

Direction régionale de l'environnement Ile-de-France (DIREN/IDF)

ALPHEE a permis à la DIREN/IDF, service chargé de l'annonce des crues, d'élaborer une cartographie des zones inondées par la Seine, la Marne et l'Oise en Ile-de-France permettant de visualiser les hauteurs d'eau moyennes dans les casiers inondés pour 8 ou 9 niveaux de crues croissants, appelés scénarios. Ces résultats ont été diffusés sous forme de Cd-rom aux services des Préfectures chargés de la protection civile dans chaque département. Ils servent de base de travail à l'élaboration du plan de secours spécialisé inondations de la zone de défense de Paris.

Service des risques naturels, de l'hydrométrie et de l'annonce des crues

24, quai d'Austerlitz

F-75013 Paris

Tél. : 33 (0)1 44 06 18 63

Fax : 33 (0)1 45 86 69 44

www.ile-de-france.environnement.gouv.fr

www.eauseine.net

www.catalogue-stations.net

■ Testimony from Frédéric Raout

Frédéric RAOUT

Direction régionale de l'environnement Ile-de-France (DIREN/IDF)

ALPHEE has enabled the flood announcement department of the DIREN/IDF (Ile-de-France Regional Directorate for the Environment) to establish mapping of the zones flooded by the Seine, the Marne, and the Oise in the Ile-de-France Region, making it possible to visualise the average water heights in the flooded land subdivisions or "casiers" for 8 or 9 increasing flood levels referred to as "scenarios." These results have been disseminated in the form of a CD-ROM for the Prefectures in charge of civil protection in each département. They serve as a working basis for drawing up the specialised flood rescue plan for the Paris defence zone.

Department for natural risks, hydrometry, and flood announcement

24, quai d'Austerlitz

F-75013 Paris

Tel.: 33 (0)1 44 06 18 63

Fax: 33 (0)1 45 86 69 44

www.ile-de-france.environnement.gouv.fr

www.eauseine.net

www.catalogue-stations.net

- areas: classes of land use, hydraulic land subdivisions (casiers)...
- points: electricity substations, water production plants, sewage farms, ..., corresponding to important facilities that would penalise the economic activity or that represent, per se, major potential damage; and
- lines: lines of communication (with, on such lines, traffic interruption points).

The largest part of the work was to incorporate all of this information in relational form and to find links between the hydraulic information associated with the casier and the socio-economic stakes associated with the land use contour, in order to evaluate the damage. Given that no exact correspondence exists between the definition of the casier, the definition of the classes of land use, and the definition of the INSEE blocks, it was necessary to make statistical and spatial analysis (crossing of various layers) in order to distribute the stakes within the casiers.

The stakes, compared with the hydraulic hazard of the casier in which they are located, induce damage assessed by crossing the damage curves and the reference tables of stakes, specific to the type of land use (housing, commerce and industry, farming, infrastructures and facilities, natural zones, etc.).

Analysis of the results takes place through various modes of representation and various tools made available to the user. Analysis can take place scenario-by-scenario, or by comparing two scenarios. Three types of tool are proposed:

- a spreadsheet tool presenting the results in the form of tables;
- a graph-plotting tool presenting the results in the form of graphs (bar charts and pie charts); and
- a mapping tool presenting the results in the form of maps with coloured areas or symbols.

Around the database, a user-friendly and operational tool has been built (with a result mapping interface being created), with results being valued at the scales of the casier, of the municipality, and of the département. Thus, it is possible to have mapping of the number of houses flooded/affected, of the number of people flooded-out/affected, of the number of employees concerned and of the surface areas flooded per municipality...

The tool put in place has been designed to respond to problems at the scale of the region. Its best-suited working scale is about 1:25,000. The ambitious objectives have sometimes made it necessary to simplify the working units, or even to limit the features of the tool to the benefit of its flexibility of use, and of higher running speed, and with concern to achieving more pertinent results.

The tool is the fruit of major work undertaken from 1992 to 1998 to collect data and to conduct methodological investigations, both by the researchers and by the project managers.

In this respect, it constitutes not only a simulation code but also an updated knowledge base on historic floods, existing protections, and important and sensitive facilities in flood zones.

■ Stratégis

Parc 2000 – 19, rue Joe Dassin
F-34184 Montpellier cedex 4
Tél. : 33 (0)4 67 40 75 40
Fax : 33 (0)4 67 40 75 41
E-mail : strategis@strategis.fr
www.strategis.fr

SSII experte en analyse, conception, développement, exploitation et maintenance de systèmes de gestion de bases de données (SGBD) et d'information géographique (SIG).

Depuis 1992, Stratégis dispose d'une équipe d'ingénieurs et de développeurs compétente au service de projets de gestion et d'aménagement du territoire.

Technologie : SIG (Claritas, ESRI...), SGBDR (Oracle, Access...), Internet (ActiveX, Java...), etc.

Prestations : assistance à maîtrise d'ouvrage, développements spécifiques SIG, cartographie, atlas, MNT, formation...

Domaines : eau, environnement, géo-marketing, socio-économie, risques naturels...

Produits : HYDROKIT (logiciel de cartographie et d'analyse hydrologique de bassins versants) ; OPTHYCA (outil de post-traitement cartographique des résultats de simulations hydrauliques).

Réalisations : ALPHEE (SIG d'aide à la décision en matière d'aménagements hydrauliques sur les bassins de la Seine, la Marne et l'Oise) ; CARTORINTE (cartographie automatique des risques majeurs à l'échelle nationale).

Nos principaux clients

Collectivités, Cemagref, DDE, EDF, Grands Lacs de Seine, MEDD, VNF

■ Institution interdépartementale des barrages - réservoirs du bassin de la Seine (IIRBS)

8, rue Villiot,
F-75012 Paris
Tél : 33 (0)1 44 75 29 29
iibrbs@iibrbs.fr
www.iibrbs.fr/

■ Stratégis

Parc 2000 – 19, rue Joe Dassin
F-34184 Montpellier cedex 4
Tel: 33 (0)4 67 40 75 40
Fax: 33 (0)4 67 40 75 41
e-mail: strategis@strategis.fr
www.strategis.fr

An IT company that is expert in analysis, design, development, use, and maintenance of database management systems (DBMSs) and geographic information systems (GISs).

Since 1992, Stratégis has been able to offer a skilled team of engineers and developers at the service of regional development planning and management projects.

Technology: GIS (Claritas, ESRI...), RDBMS (Oracle, Access...), Internet (ActiveX, Java...), etc.

Services: assistance to commissioning bodies, GIS specific developments, mapping, atlas, DTM, training...

Fields: water, environment, geo-marketing, socio-economics, natural risks...

Products: HYDROKIT (software for hydrological analysis and mapping of river basins);

OPHYCA (tool for cartographic post-processing of the results of hydraulic simulations).

Achievements: ALPHEE (GIS for assisting decision-taking on hydraulic facilities in the Seine, Marne, and Oise basins); CARTORINTE (automatic mapping of the major risks at national level).

Our main customers

Local authorities, Cemagref, DDE, EDF, Grands Lacs de Seine, MEDD, VNF

■ Institution interdépartementale des barrages - réservoirs du bassin de la Seine (IIRBS)

8, rue Villiot,
F-75012 Paris
Tél : 33 (0)1 44 75 29 29
iibrbs@iibrbs.fr
www.iibrbs.fr/